



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 00 841 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
B 24 B 13/00
B 24 B 13/01

⑳ Aktenzeichen: 198 00 841.4
㉔ Anmeldetag: 13. 1. 98
㉕ Offenlegungstag: 22. 7. 99

㉚ Anmelder:
OptoTech Optikmaschinen GmbH, 35435
Wettenberg, DE

㉚ Erfinder:
Mandler, Roland, Dipl.-Ing., 35452 Heuchelheim, DE

㉖ Entgegenhaltungen:
DE 42 14 266 C2
DE 34 07 615 A1
US 16 97 990
JP 08-1 26 947 A

DE 198 00 841 A 1

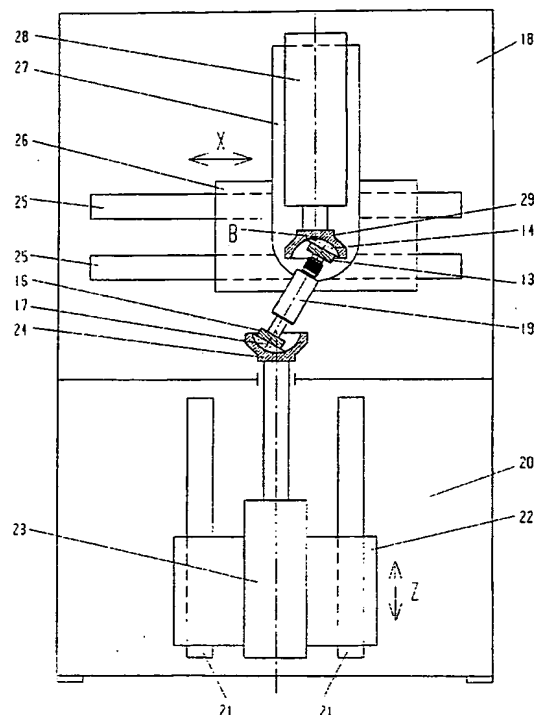
Best Available Copy

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉙ Verfahren und Haltevorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum gleichzeitigen Polieren von zwei optischen Linsen

㉙ Das Verfahren zum Polieren von optischen Linsen auf Poliermaschinen sieht vor, daß mindestens zwei gegenüberliegende Spindeln (23) und (28) mit je einem Polierwerkzeug (24) und (29) ausgerüstet werden und die zu polierenden Linsen (14) und (17) paarweise an den Enden einer Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) befestigt werden, die längsfedrig ist und die Linsen (14) und (17) mit der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) in die zwei Polierwerkzeuge (24) und (29) eingelegt werden und anschließend die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19), durch Druckbeaufschlagung oder, bei längsfedriger Ausführung, durch Verfahren des X-Schlittens (26) und des Z-Schlittens (22), vorgespannt wird, wobei gleichzeitig ein Achsversatz zwischen den Spindeln (23) bzw. (28) eingestellt wird, der zu einer Schrägstellung der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) führt, so daß nach dem Start der gleichsinnigen Rotationsbewegung der beteiligten Spindeln (23) und (28) die Linsen (14) und (17), nach Zugabe von Poliersuspension, gleichzeitig poliert werden können.



DE 198 00 841 A 1

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens haben das Ziel, die Kapazität üblicher Poliermaschinen zu verdoppeln, die zu diesem Zweck mit zwei Polierwerkzeugen ausgerüstet werden. Die übliche Werkstückaufnahme an der zweiten Spindel entfällt dafür. Die beiden zu polierenden Linsen werden statt dessen an der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung befestigt.

Optische Linsen werden aus Rohlingen durch Schleifvorgänge hergestellt, wobei sich zum Erreichen einer Oberfläche mit geringer Rauhtiefe an den letzten Schleifvorgang ein Poliervorgang anschließt. Zum Polieren werden spezielle Poliermaschinen eingesetzt, die vorzugsweise NC-gesteuert werden und über mindestens eine Werkstückspindel und eine Werkzeugspindel verfügen. Üblicherweise ist die rotatorisch angetriebene Werkstückspindel mit vertikaler Drehachse im unteren Bereich der Poliermaschine angeordnet, während sich die ebenfalls angetriebene Werkzeugspindel im oberen Maschinenteil befindet.

Aus technologischen Gründen sind an der Poliermaschine Einrichtungen vorhanden, die es gestatten, die Werkzeugspindel relativ zur Werkstückspindel schräg zu stellen. Hierzu ist die Werkzeugspindel an einem Schwenkkopf befestigt, der sich schräg stellen läßt. Die entsprechende Schwenkbewegung erfolgt um eine horizontale Achse, die als B-Achse bezeichnet wird. Außerdem kann die Werkzeugspindel mittels eines X-Schlittens, der den Schwenkkopf trägt, horizontal verfahren werden. Diese Bewegungsrichtung ist senkrecht zur B-Achse und wird als X-Achse bezeichnet. Die Werkstückspindel hingegen läßt sich mittels eines Z-Schlittens in vertikaler Richtung verfahren. Diese Bewegungsrichtung wird als Z-Achse bezeichnet.

Bewegungen in der B-, X- und Z-Achse müssen insbesondere beim Einrichten der Maschine ausgeführt werden um Werkzeug und Linse in die vorgeschriebenen Positionen zueinander zu bringen. Zum Beschicken mit Rohlingen und zum Entnehmen der fertigen Linsen wird die Werkstückspindel in der Z-Achse verfahren.

Es sind auch Poliermaschinen mit anderer Spindelanzahl und -anordnung bekannt geworden. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang eine Vierspindel-Poliermaschine, die mit Datum vom 14.11.1997 unter dem Aktenzeichen 197 50 428.0 beim Deutschen Patentamt zum Patent angemeldet wurde. Diese Vierspindel-Poliermaschine eignet sich besonders gut zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Zusammenhang mit der vorgeschlagenen Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung.

Bei den heute üblichen Poliermaschinen zum Herstellen sphärischer Linsen ist an der Werkstückspindel eine Werkstückaufnahme befestigt, in welche die Linse zum Polieren eingelegt werden kann. Die Werkstückaufnahme besteht aus einem rotationssymmetrischen Körper, der an seinem oberen Ende über einen kreisförmigen Hohlraum verfügt, welcher der Linse angepaßt ist. Dieser Hohlraum ist nach unten hin mittels einer elastischen Membran abgeschlossen, auf die sich die Linse so auflegt, daß der zu polierende Teil der Linse noch genügend weit aus der Werkstückaufnahme herausragt.

Mittels Druckbeaufschlagung der Membran kann die Linse sehr gleichmäßig gegen das flächig arbeitende Polierwerkzeug angedrückt werden. Hierzu sind sowohl die Werkstückaufnahme wie auch die Werkstückspindel mit einer zentralen Bohrung versehen, über die das Druckmedium zugeführt werden kann.

Das Polierwerkzeug ist ebenfalls ein rotationssymmetrischer Körper, dessen Arbeitsfläche eine Krümmung aufweist, die derjenigen der Linse im Sinne eines Negativab-

drucks entspricht. Dementsprechend wird z. B. die erhabene Oberfläche einer konvexen Linse mit einer Hohlform, d. h. einem konkav ausgebildeten Werkzeug poliert. Für konkave Linsen gilt sinngemäß umgekehrt das gleiche. Der Durchmesser des Polierwerkzeugs ist beim Bearbeiten der üblichen sphärischen Linsen etwa doppelt so groß als der Durchmesser der Linse. Die Arbeitsfläche des Polierwerkzeugs wird mit sog. Polierfolien beklebt, die relativ weich und elastisch sind und nach Zugabe einer sog. Poliersuspension während des Poliervorgangs die Polierarbeit übernehmen.

Da während des Polierens nicht nur die Rauhtiefe der Linsenoberfläche soweit verbessert wird, daß diese durchsichtig wird, sondern auch letzte Korrekturen an der Linsengeometrie vorgenommen werden, müssen die Polierfolien sehr genau abgerichtet werden. Hierzu werden Abrichtwerkzeuge benutzt, die während des Abrichtvorgangs üblicherweise an Stelle der Werkstückaufnahme an der Werkstückspindel befestigt werden.

Der bisher beschriebene Stand der Technik liefert gute Ergebnisse solange der Öffnungswinkel α (s. Abb. 1) der zu polierenden Linsen nicht größer als 85° ist. Wird dieser Winkel überschritten, so wird beim Polieren die Kraftwirkung von dem Polierwerkzeug auf die Linse so groß, daß diese in der beschriebenen Werkstückaufnahme nicht mehr gehalten werden kann.

Sollen Linsen mit Öffnungswinkeln größer als 85° bearbeitet werden, so werden diese daher zuvor auf eine Haltevorrichtung aufgeklippt und anschließend poliert.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Polieren solcher Linsen mit Öffnungswinkeln größer als 85° und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens stellen eine erhebliche Verbesserung dieser heute geübten Praxis dar, da es ermöglicht wird, die Kapazität der heute üblichen Poliermaschinen zu verdoppeln. Hierzu sind an der Poliermaschine keine Änderungen nötig. Es wird lediglich an der Werkstückspindel an Stelle der Werkstückaufnahme ein Polierwerkzeug angebracht und die erfindungsgemäße Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung eingesetzt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die vorgeschlagene, stabförmige Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung so ausgebildet, daß sie längsfedrig ist und an beiden Enden über Aufnahmen verfügt, an denen jeweils eine Linse festgekittet oder anderweitig befestigt werden kann. Die Längsfedrigkeit wird vorzugsweise durch den Einbau einer Schraubenfeder in die Haltevorrichtung realisiert, wobei die Schraubenfeder zwei gegeneinander verschiebbliche Bauteile der Vorrichtung auseinander drückt. Es ist prinzipiell jedoch auch die Verwendung von anderen Federn oder von gasdruckbeaufschlagten Zylindern vorgesehen.

Wenn es aus technologischen Gründen zweckmäßig ist, den Anpreßdruck der Linsen in den Polierwerkzeugen während des Poliervorgangs zu variieren, so kann dies leicht durch Variation des Gasdrucks oder mehr oder weniger große Federspannung realisiert werden. Letzteres läßt sich z. B. durch NC-gesteuertes Verfahren der Maschinenspindeln in X- und Z-Richtung erreichen. Falls erforderlich, kann dabei der später beschriebene Schrägstellungs-Winkel der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung konstant gehalten werden. Es können auch oszillierende Bewegungen der beiden Maschinenspindeln in der X- und Z-Richtung überlagert werden, um das Polierergebnis zu verbessern.

Da die Haltevorrichtung während des Poliervorgangs mit Poliersuspension in Berührung kommt, müssen die gegeneinander verschiebblichen Bauteile sehr sorgfältig gegen das Eindringen von Poliersuspension abgedichtet werden, damit es durch Anbackungen nicht zu Störungen kommt. Diese

Abdichtung erfolgt vorzugsweise über Metall-Gummi- oder Kunststoffbälge, die den Vorteil der Spaltfreiheit haben. Es sind aber auch stopfbuchsartige oder andere Abdichtungen vorgesehen.

An Stelle von Federn kann der Anpreßdruck der Linsen in den Polierwerkzeugen auch mit gasdruckbeaufschlagten Vorrichtungen aufgebracht werden. Möglich sind dabei hermetisch geschlossene Systeme, die mit Gasdruck vorgespannt sind oder auch offene Systeme, die an ein Druckhaltesystem angeschlossen werden. Die Luftzufuhr zu der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung würde in diesem Fall mittels Stopfbüchse durchgeführt. Die letztgenannte Ausführung hätte den Vorteil, daß der Anpreßdruck durch Ändern des Mediendrucks während des Poliervorgangs variiert werden kann ohne daß die Spindeln verfahren werden müssen.

Die für das Polieren vorgesehene Maschine wird zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens an der oben- und an der untenliegenden Spindel mit je einem Polierwerkzeug ausgerüstet und durch Verfahren in der X-Achse ein gewünschter Achsversatz zwischen beiden Spindeln hergestellt. Die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung mit den beiden festgekitteten Linsen wird dann durch Verfahren in der Z-Achse zwischen den beiden Polierwerkzeugen festgespannt. Sie nimmt wegen des Achsversatzes dabei die gewünschte schräge Stellung ein, die verfahrensbedingt erforderlich ist.

Die beiden Linsen liegen in dem oberen bzw. dem unteren Polierwerkzeug flächig an. Wenn die beiden Spindeln von ihren Antrieben in gleichsinnige Rotation versetzt werden (z. B. von oben gesehen im Uhrzeigersinn), so wird auch die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung mit rotieren. Die für den Poliervorgang notwendige Relativbewegung zwischen den Linsen und dem jeweils zugehörigen Polierwerkzeug wird durch die Schrägstellung der Haltevorrichtung und damit der Linsen erzeugt. Aus geometrischen Gründen wird der Winkel der Schrägstellung so gewählt, daß die jeweiligen Schnittpunkte der Achse der Haltevorrichtung einerseits und der beiden Spindelachsen andererseits mit den entsprechenden Krümmungsmittelpunkten der zugehörigen Linsen zusammenfallen. Der Poliervorgang wird dann unter Zugabe von Poliersuspension durchgeführt, wobei die Anpresskräfte in den Polierwerkzeugen durch Vorspannen der längsfedrigen Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung vorgegeben werden. Diese Vorspannung kann zur Verfahrensoptimierung durch Zusammen- oder Auseinanderfahren der Spindeln in der Z-Achse verändert werden. Damit die eingestellte Schrägstellung (Winkel relativ zur Vertikalen) der Haltevorrichtung bestehen bleibt, muß gleichzeitig durch Verfahren in der X-Achse der Achsversatz korrigiert werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird, wie beschrieben, die sonst für die Werkstückaufnahme vorgesehene Spindel ebenfalls mit einem Polierwerkzeug bestückt. Durch das Arbeiten mit zwei Polierwerkzeugen statt mit einem, verdoppelt sich die Kapazität der Poliermaschine oder anders ausgedrückt, die Polierzeit halbiert sich, auf die einzelne Linse bezogen.

Beim Arbeiten entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren ist ein Verstellen des Schwenkkopfes um die B-Achse üblicherweise nicht erforderlich, d. h. die an dem Schwenkkopf befestigte Spindel arbeitet mit senkrechter Rotationsachse. Es kann jedoch auch sinnvoll sein, durch leichtes Ausschwenken des Schwenkkopfes um die B-Achse leichte Korrekturen an den geometrischen Verhältnissen vorzunehmen.

Es hat sich auch als nützlich erwiesen, mit der oben liegenden Spindel kleine Oszillationsbewegungen in der X-

Achse auszuführen. Dieser Bewegung wird eine gleichzeitige Oszillationsbewegung der unten liegenden Spindel in der Z-Achse überlagert, damit die Vorspannkraft der Haltevorrichtung zur Doppelbearbeitung konstant bleibt, falls diese mit einer Feder ausgerüstet ist.

Bevor die Polierarbeit beginnen kann, müssen die beiden Polierwerkzeuge abgerichtet werden. Hierzu wird eines der Polierwerkzeuge durch ein Abrichtwerkzeug ersetzt und das noch montierte, gegenüberliegende Polierwerkzeug damit abgerichtet. Anschließend wird das fertig abgerichtete Polierwerkzeug durch das Abrichtwerkzeug ersetzt und das zweite Polierwerkzeug abgerichtet. Am Ende des Abrichtvorgangs wird auch das erste Polierwerkzeug wieder an der Spindel montiert und die Maschine ist für die Polierarbeit vorbereitet.

Besonders vorteilhaft wird das erfindungsgemäße Verfahren mit der vorerwähnten Vierspindel-Maschine durchgeführt. Diese Maschine ist im Prinzip ähnlich aufgebaut wie die genannte Zweispindel-Maschine. Sie trägt jedoch sowohl an dem Schwenkkopf als auch an dem Z-Schlitten zwei Spindeln. Durch die zwei zusätzlichen Spindeln ergeben sich weitere erhebliche Vorteile. Dies gilt sowohl beim Polieren, da sich die Maschinenkapazität nochmals verdoppelt, als auch alternativ beim Abrichten der Polierwerkzeuge, da kein Werkzeugwechsel erforderlich ist.

Wenn die Polierkapazität der Maschine im Vordergrund steht, so wird man die vierspindelige Poliermaschine mit vier Polierwerkzeugen ausrüsten und unter Verwendung von zwei erfindungsgemäßen Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung vier Linsen gleichzeitig polieren. Gegenüber dem herkömmlichen Polierverfahren unter Einsatz von Poliermaschinen mit zwei Spindeln ergibt sich daraus eine vierfache Polierkapazität.

Wenn jedoch die Präzision der Linsen das wichtigste Kriterium ist, so wird man zwei der vier Spindeln mit Abrichtwerkzeugen ausrüsten. So ist z. B. vorgesehen, von den beiden oben liegenden Spindeln die eine mit einem Abrichtwerkzeug und die andere mit einem Polierwerkzeug auszurüsten. Wird mit den beiden unten liegenden Spindeln ebenso verfahren, so können beide Polierwerkzeuge abgerichtet werden, ohne daß ein Werkzeugwechsel an der Maschine erforderlich ist. Es ist dabei zweckmäßig, die Reihenfolge der Werkzeuge (von links nach rechts gesehen) an den unteren Spindeln umgekehrt vorzunehmen als an den oberen.

Das Abrichten der Polierwerkzeuge ohne Werkzeugwechsel hat zwei erhebliche Vorteile:

- Das Abrichten kann ohne manuellen Eingriff erfolgen, wodurch sich eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis ergibt.
- Die erreichte Genauigkeit der hergestellten Linsen ist wesentlich höher, da Ungenauigkeiten, die beim Werkzeugwechsel entstehen, hier entfallen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Haltevorrichtung zur Durchführung des Verfahrens werden nachstehend anhand einiger Beispiele und den Abb. 1 bis 7 näher erläutert.

Abb. 1 zeigt eine Skizze zur Definition des Öffnungswinkels α .

Abb. 2 zeigt eine prinzipielle Darstellung der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung.

Abb. 3 zeigt die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung in einer Ausführung mit Schraubenfeder und Abdichtung mittels Gummibalg.

Abb. 4 zeigt eine Poliermaschine mit zwei Spindeln und der schräg eingespannten Haltevorrichtung für Doppelbear-

beitung.

Abb. 5 zeigt eine Poliermaschine mit vier Spindeln, ausgerüstet mit der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung und zwei Polier- und zwei Abrichtwerkzeugen, während des Arbeitsgangs "Polieren".

Abb. 6 zeigt die gleiche Poliermaschine mit vier Spindeln wie Abb. 5, jedoch bestückt mit vier Polierwerkzeugen und zwei Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung, während des Polierens von vier Linsen.

Abb. 7 zeigt die gleiche Poliermaschine mit vier Spindeln, jedoch bestückt mit zwei Polierwerkzeugen und zwei Abrichtwerkzeugen, während des Arbeitsgangs "Abrichten".

Zu Abb. 1

In dieser Skizze wird die Definition des Öffnungswinkels α dargestellt. Das hier beschriebene Verfahren zum Polieren von Linsen gilt insbesondere für Linsen mit Öffnungswinkeln größer 85° , da diese vor dem Polieren in jedem Fall auf einen Träger aufgekittet werden müssen. Andere Werkstückaufnahmen, z. B. mit Gummimembran versagen in diesem Fall wegen der großen Reaktionskräfte beim Polieren. Linsen mit einem etwas kleineren Öffnungswinkel können ebenfalls mit dem hier vorgeschlagenen Polierverfahren bearbeitet werden.

Zu Abb. 2

In dieser Abbildung wird die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) in ihrem Grundprinzip dargestellt. In einem ersten Bauteil (44) ist ein zweites Bauteil (45) längsverschiebbar gelagert und stützt sich mit seinem innenliegenden Ende gegen eine Einrichtung (46) ab, die dem Eindringen des Bauteils (45) in das Bauteil (44) eine bestimmte Widerstandskraft entgegensetzt. Diese Widerstandskraft kann während der Längsverschiebung konstant sein oder proportional zum Weg zunehmen. Eine Verdrehsicherung (47) ist so zwischen den Bauteilen (44) und (45) angeordnet, daß diese gegen Verdrehen gesichert sind. An der Stelle, an der das Bauteil (45) aus dem Bauteil (44) austritt, ist eine Abdichtung (48) vorgesehen, die mit oder ohne Abdichtspalt ausgeführt sein kann. An den beiden Enden der Bauteile (44) und (45) ist je eine Aufnahmevorrichtung (49) angebracht, an denen die Linsen (14) und (17) befestigt werden.

Zu Abb. 3

Die hier dargestellte Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) ist mit einer Schraubenfeder (4) und einem Gummibalg (11) ausgerüstet. Sie besteht im übrigen aus einem Hohlzylinder (1), in den ein rotationssymmetrisches Formteil (2) eingebaut ist, das über einen Bund (3) verfügt, gegen den die Schraubenfeder (4) drückt. Mit ihrem anderen Ende stützt sich die Schraubenfeder (4) gegen das Einschraubteil (5) ab, das mittels Gewinde (6) in das untere Ende des Hohlzylinders (1) eingeschraubt ist. Das Einschraubteil (5) verfügt auch über eine kleinere Bohrung (7), in der ein Zapfen (8) des rotationssymmetrischen Formteils (2) geführt wird, um das Spiel zwischen den beweglichen Teilen der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung so klein wie möglich zu halten. Das rotationssymmetrische Formteil (2) verfügt außerdem über eine längliche Nut (9), durch die ein Stift (10) hindurch gesteckt ist, der mit seinen beiden Enden fest in entsprechende Bohrungen des Hohlzylinders (1) eingepreßt ist. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß sich das rotationssymmetrische Formteil (2) nicht gegen den Hohlzylinder (1) verdrehen kann, was aus verfahrenstechnischen

Gründen wichtig ist. An seinem oberen Ende ist das rotationssymmetrische Formteil (2) gegen den Hohlzylinder (1) mittels eines Gummibalgs (11) abgedichtet, der die gewünschte Relativbewegung zwischen dem rotationssymmetrischen Formteil (2) und dem Hohlzylinder (1) zuläßt. Das rotationssymmetrische Formteil (2) trägt an seinem oberen Ende ein Gewinde (12), auf das ein Aufnahmezylinder (13) geschraubt ist. Auf diesen Aufnahmezylinder (13) wird die obere Linse (14) aufgekittet oder anderweitig befestigt. Ebenso trägt das Einschraubteil (5) an seinem unteren Ende ein Gewinde (15), auf das ein weiterer Aufnahmezylinder (16) geschraubt wird. Auf diesen Aufnahmezylinder (16) wird die untere Linse (17) aufgekittet oder anderweitig befestigt.

Zu Abb. 4

Die Abbildung zeigt eine zweispindelige Poliermaschine (18) mit der schräg eingespannten Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19). Die zweispindelige Poliermaschine (18) ist mit einer NC-Steuerung ausgerüstet und besteht aus einem Grundkörper (20), an dem die vertikalen Führungen (21) für den Z-Schlitten (22) befestigt sind. Der Z-Schlitten (22) läßt sich NC-gesteuert und motorisch angetrieben längs der vertikalen Führungen (21) verfahren. Der Z-Schlitten (22) trägt die untere Spindel (23), an deren oberem Ende das untere Polierwerkzeug (24) befestigt ist.

Im oberen Teil der zweispindeligen Poliermaschine (18) sind die horizontalen Führungen (25) für den X-Schlitten (26) an dem Grundkörper (20) befestigt. Der X-Schlitten (26) läßt sich NC-gesteuert und motorisch angetrieben längs der horizontalen Führungen (25) verfahren. An dem X-Schlitten (26) ist der Schwenkkopf (27), um die horizontale B-Achse drehbar, gelagert. Der Schwenkkopf (27) trägt seinerseits die obere Spindel (28), an deren unterem Ende das obere Polierwerkzeug (29) befestigt ist. Zwischen dem unteren Polierwerkzeug (24) und dem oberen Polierwerkzeug (29) ist die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) schräg eingespannt, die an ihren beiden Enden mittels der Aufnahmezylinder (13) und (16) die beiden zu polierenden Linsen (14) und (17) trägt.

Wenn die untere Spindel (23) und die obere Spindel (28) in gleichsinnige Rotation (z. B. von oben gesehen) versetzt werden, so findet durch die Schrägstellung der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) in beiden Polierwerkzeugen (24) und (29) eine Relativbewegung zwischen den zugehörigen Linsen (17) und (14) statt. Unter Zugabe von Poliersuspension wird durch die genannte Relativbewegung der Poliervorgang durchgeführt, wobei die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) durch Verfahren in der X- und Z-Achse so weit vorgespannt wurde, daß der gewünschte Polierdruck erreicht wird.

Zu Abb. 5

Die Abbildung zeigt eine vierspindelige Poliermaschine (30) mit der schräg eingespannten Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) und zwei Abrichtwerkzeugen (37) und (42). Diese vierspindelige Poliermaschine (30) ist ebenfalls mit einer NC-Steuerung ausgerüstet und besteht aus einem Grundkörper (31), an dem die vertikalen Führungen (32) für den Z-Schlitten (33) befestigt sind. Der Z-Schlitten (33) läßt sich ebenfalls NC-gesteuert und motorisch angetrieben längs der vertikalen Führungen (32) verfahren. Der Z-Schlitten (33) trägt die untere Spindel (23) zur Aufnahme des unteren Polierwerkzeuges (24) und die untere Spindel (36) zur Aufnahme des unteren Abrichtwerkzeuges (37).

Im oberen Teil der vierspindeligen Poliermaschine (30)

sind die horizontalen Führungen (38) für den X-Schlitten (39) an dem Grundkörper (31) befestigt. Der X-Schlitten (39) läßt sich NC-gesteuert und motorisch angetrieben längs der horizontalen Führungen (38) verfahren. An dem X-Schlitten (39) ist der Schwenkkopf (40), um die horizontale B-Achse drehbar, gelagert. Der Schwenkkopf (40) trägt seinerseits die obere Spindel (28) zur Aufnahme des oberen Abrichtwerkzeugs (42) und die obere Spindel (43) zur Aufnahme des oberen Polierwerkzeuges (41).

Zwischen dem unteren Polierwerkzeug (24) und dem oberen Polierwerkzeug (41) ist die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) schräg eingespannt, die an ihren beiden Enden mittels der Aufnahmezylinder (13) und (16) die beiden zu polierenden Linsen (14) und (17) trägt.

Wenn die untere Spindel (23) und die obere Spindel (43) in gleichsinnige Rotation (z. B. von oben gesehen) versetzt werden, so findet durch die Schrägstellung der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) in beiden Polierwerkzeugen (24) und (41) eine Relativbewegung zwischen den zugehörigen Linsen (17) und (14) statt. Unter Zugabe von Poliersuspension wird durch die genannte Relativbewegung der Poliervorgang durchgeführt, wobei die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) durch Verfahren in der X- und Z-Achse so weit vorgespannt wurde, daß der gewünschte Polierdruck erreicht wird.

Zu Abb. 6

Diese Abbildung zeigt die gleiche vierspindelige Poliermaschine wie in Abb. 5 bereits dargestellt und oben beschrieben. Es wurden jedoch in diesem Fall die Abrichtwerkzeuge (37) und (42) durch ein weiteres unteres Polierwerkzeug (35) und ein weiteres oberes Polierwerkzeug (29) ersetzt. Während die mit zwei Linsen bestückte Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) zwischen dem unteren Polierwerkzeug (24) und dem oberen Polierwerkzeug (29) eingespannt ist, ist die zweite Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (34), ebenfalls mit zwei Linsen bestückt, zwischen dem unteren Polierwerkzeug (35) und dem oberen Polierwerkzeug (41) eingespannt. Durch diese Anordnung ist es möglich, vier Linsen gleichzeitig zu polieren. Zum Abrichten werden einzelne Polierwerkzeuge fallweise durch Abrichtwerkzeuge ersetzt und verfahren wie nachstehend zu Abb. 7 beschrieben.

Zu Abb. 7

In dieser Abbildung ist die in Abb. 5 bereits erläuterte Poliermaschine in der Arbeitsposition "Abrichten" dargestellt. Zu diesem Zweck wurde die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) und ggf. auch die zweite Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (34) entfernt. Falls erforderlich wird anschließend die untere Spindel (36) mit dem unteren Abrichtwerkzeug (37) und die obere Spindel (28) mit dem oberen Abrichtwerkzeug (42) bestückt. Dann wird der Schwenkkopf (40) in die benötigte Schräglage gedreht und die Spindelantriebe gestartet. Danach werden z. B. das obere Abrichtwerkzeug (42) und das untere Polierwerkzeug (24) durch Verfahren der oberen Spindel (28) und der unteren Spindel (23) in X- und Z-Richtung zur Berührung gebracht. Der Abrichtvorgang läuft dann, in an sich bekannter Weise, unter sehr geringem Vorschub ab. Bei den Abrichtwerkzeugen (37) und (42) handelt es sich um sog. Topfwerkzeuge, die über eine Ringschneide verfügen, die üblicherweise mit Diamanten besetzt ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Hohlzylinder
- 2 rotationssymmetrisches Formteil
- 3 Bund
- 4 Schraubenfeder
- 5 Einschraubteil
- 6 Gewinde
- 7 kleinere Bohrung
- 8 Zapfen
- 9 längliche Nut
- 10 Stift
- 11 Gummibalg
- 12 Gewinde
- 13 Aufnahmezylinder
- 14 obere Linse
- 15 Gewinde
- 16 Aufnahmezylinder
- 17 untere Linse
- 18 zweispindelige Poliermaschine
- 19 Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung
- 20 Grundkörper
- 21 Führungen
- 22 Z-Schlitten
- 23 untere Spindel
- 24 unteres Polierwerkzeug
- 25 horizontale Führungen
- 26 X-Schlitten
- 27 Schwenkkopf
- 28 obere Spindel
- 29 oberes Polierwerkzeug
- 30 vierspindelige Poliermaschine
- 31 Grundkörper
- 32 vertikale Führungen
- 33 Z-Schlitten
- 34 zweite Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung
- 35 unteres Polierwerkzeug
- 36 untere Spindel
- 37 unteres Abrichtwerkzeug
- 38 horizontale Führungen
- 39 X-Schlitten
- 40 Schwenkkopf
- 41 oberes Polierwerkzeug
- 42 oberes Abrichtwerkzeug
- 43 obere Spindel
- 44 erstes Bauteil
- 45 zweites Bauteil
- 46 federnde Einrichtung
- 47 Verdrehsicherung
- 48 Abdichtung
- 49 Aufnahmevorrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Polieren von optischen Linsen auf Poliermaschinen, die über mindestens zwei gegenüberliegende, angetriebene Spindeln verfügen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Poliermaschinen an mindestens zwei gegenüberliegenden Spindeln, z. B. Spindeln (23) und (28), mit je einem Polierwerkzeug (24) und (29) ausgerüstet werden und die zu polierenden Linsen (14) und (17) an den Enden mindestens einer Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) befestigt werden, die druckbeaufschlagt oder längsfedrig ist und dann die Linsen- (14) und (17) gemeinsam mit der zugehörigen Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) in zwei gegenüberliegende Polierwerkzeuge (24) und (29) eingelegt werden und anschließend die Halte-

vorrichtung für Doppelbearbeitung (19) durch Druckbeaufschlagung oder, bei längsfedriger Ausführung, durch Verfahren des X-Schlittens (26) und des Z-Schlittens (22) auf das gewünschte Maß vorgespannt wird, wobei während dieser Verfahrensbewegung gleichzeitig ein Achsversatz zwischen der unteren Spindel (23) und der zugehörigen oberen Spindel (28) eingestellt wird, woraus sich die erforderliche Schrägstellung der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) ergibt, so daß nach dem Start der gleichsinnigen Rotationsbewegung der beteiligten Spindeln die Linsen (14) und (17), nach Zugabe von Poliersuspension, gleichzeitig poliert werden können, wobei – falls erforderlich – Oszillationsbewegungen in der X- und Z-Achse möglich sind und auch Pendelbewegungen um die B-Achse ausgeführt werden können und daß zum Abrichten der Polierwerkzeuge einzelne Spindeln statt mit Polierwerkzeugen mit Abrichtwerkzeugen (37) bzw. (42) ausgerüstet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß eine NC-gesteuerte Poliermaschine eingesetzt wird, die über zwei gegenüberliegende Spindeln (23) und (28) verfügt, die mit je einem Polierwerkzeug (24) und (29) ausgerüstet sind und die beiden Linsen (14) und (17) an den zwei Enden einer Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) befestigt werden, die längsfedrig ist, und die beiden Linsen (14) und (17) gemeinsam mit der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) in die beiden Polierwerkzeuge (24) und (29) eingelegt werden und anschließend durch NC-gesteuertes Verfahren des X-Schlittens (26) und des Z-Schlittens (22) die Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) auf das gewünschte Maß vorgespannt wird, wobei während dieser Verfahrensbewegung gleichzeitig ein Achsversatz der unteren Spindel (23) und der oberen Spindel (28) eingestellt wird, woraus sich die erforderliche Schrägstellung der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) ergibt, so daß nach dem Start der gleichsinnigen Rotationsbewegung der beiden Spindeln (23) und (28) beide Linsen (14) und (17), nach Zugabe von Poliersuspension, gleichzeitig poliert werden können wobei falls erforderlich NC-gesteuerte Oszillationsbewegungen in der X- und Z-Achse bzw. Pendelbewegungen um die B-Achse möglich sind und daß zum Abrichten der Polierwerkzeuge (24) und (29) jeweils eines der beiden durch ein Abrichtwerkzeug ersetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine NC-gesteuerte, vierspindelige Poliermaschine (30) eingesetzt wird, wobei die unteren Spindeln (23) und (36) den gleichen Achsabstand haben wie die oberen Spindeln (28) und (43) und sich die vier Spindeln (23), (28), (36) und (43) paarweise gegenüber stehen und mit vier Polierwerkzeugen (24), (29), (35) und (41) ausgerüstet sind und dabei das erste Spindel-paar aus den Spindeln (23) und (28) besteht und mit den Polierwerkzeugen (24) und (29) bestückt ist, während das zweite Spindel-paar aus den Spindeln (36) und (43) besteht und mit den Polierwerkzeugen (35) und (41) bestückt ist und die Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung (19) und (34) mit insgesamt vier daran befestigten oberen und unteren Linsen (14) und (17) zwischen den Polierwerkzeugen (24) und (29) des ersten Spindel-paars bzw. zwischen den Polierwerkzeugen (35) und (41) des zweiten Spindel-paars schräg eingespannt sind; wobei die Vorspannkraft mittels Druckbeaufschlagung oder mit mechanischen Federn aufgebracht wird und der Poliervorgang an allen vier Linsen (14) und (17) unter Zugabe von Poliersuspension und

gleichsinniger Rotation aller vier Spindeln (23), (28), (36) und (43) und der beiden Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung (19) und (34) gleichzeitig abläuft; wobei, falls erforderlich, NC-gesteuerte Oszillationsbewegungen in der X- und Z-Achse möglich sind und auch Pendelbewegungen um die B-Achse ausgeführt werden können und daß zum Abrichten der Polierwerkzeuge einzelne Spindeln statt mit Polierwerkzeugen mit Abrichtwerkzeugen ausgerüstet werden z. B. die untere Spindel (36) mit dem Abrichtwerkzeug (37) und die obere Spindel (28) mit dem Abrichtwerkzeug (42).

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß diese Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) bzw. (34) aus einem ersten Bauteil (44) besteht, in dem ein zweites Bauteil (45) längsverschieblich gelagert ist und eine federnde Einrichtung (46) vorhanden ist die dem Zusammenschieben der beiden Bauteile (44) und (45) eine bestimmte Widerstandskraft entgegensetzt, die konstant sein kann oder auch mit dem Zusammenschieben zunimmt und außerdem eine Verdrehsicherung (47) dafür sorgt, daß sich die beiden Bauteile (44) und (45) nicht gegeneinander verdrehen können und eine Abdichtung (48), die mit oder ohne Abdichtspalt ausgeführt sein kann, sicherstellt, daß die Durchtrittsstelle von Bauteil (45) am Bauteil (44) gegen Flüssigkeiten abgedichtet ist und die Bauteile (44) und (45) an ihrem jeweiligen Ende mit einer Aufnahmevorrichtung (49) für je eine Linse (14) und (17) ausgerüstet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß diese Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung (19) bzw. (34) jeweils aus einem Hohlzylinder (1) bestehen, in den das rotationssymmetrische Formteil (2) so eingeschoben ist, daß sein oberes Ende mit dem Gewinde (12) herausragt und das rotationssymmetrische Formteil (2) über einen Bund (3) verfügt, an dem die Schraubenfeder (4) an liegt, deren anderes Ende sich gegen das Einschraubteil (5) abstützt, das seinerseits mittels Gewinde (6) in den Hohlzylinder (1) eingeschraubt ist und über eine kleinere Bohrung (7) verfügt, in der das rotationssymmetrische Formteil (2) mittels Zapfen (8) zusätzlich geführt ist und daß das rotationssymmetrische Formteil (2) außerdem über eine längliche Nut (9) verfügt, durch die ein Stift (10) hindurch geführt ist, der mit seinen beiden Enden in Bohrungen des Hohlzylinders (1) steckt und Verdrehungen verhindert und daß der Innenraum des Hohlzylinders (1) an der Durchtrittsstelle des herausragenden Endes des rotationssymmetrischen Formteils (2) mittels eines Gummibalgs (11) nach außen abgedichtet ist und daß an dem rotationssymmetrischen Formteil (2) mittels Gewinde (12) ein Aufnahmezylinder (13) angeschraubt ist, an dem die obere Linse (14) befestigt ist und spiegelbildlich dazu an dem Gewinde (15) des Einschraubteils (5) ein weiterer Aufnahmezylinder (16) angeschraubt ist, der die untere Linse (17) trägt, wobei durch die genannte Anordnung der verschiedenen Teile zueinander eine Längsfedrigkeit der Haltevorrichtung für Doppelbearbeitung (19) bzw. (34) gegeben ist, die sich insbesondere zwischen den Aufnahmezylindern (13) und (16) mit den daran befestigten Linsen (14) und (17) auswirkt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei diesen Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung (19) bzw. (34) die längsfedrige Einrichtung (46) aus einem gasdruckbeaufschlagten Zylinder besteht, bei dem das Gasvolumen entweder hermetisch

in dem Zylinder eingeschlossen ist oder über eine Zuleitung mit einem Druckerzeuger in Verbindung steht, wobei es möglich ist, den Druck konstant zu halten und die Zuleitung zu dem gasdruckbeaufschlagten Zylinder mittels einer Stopfbuchse erfolgt, damit die Rotation 5 der Haltevorrichtungen für Doppelbearbeitung (19) bzw. (34) nicht behindert wird.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

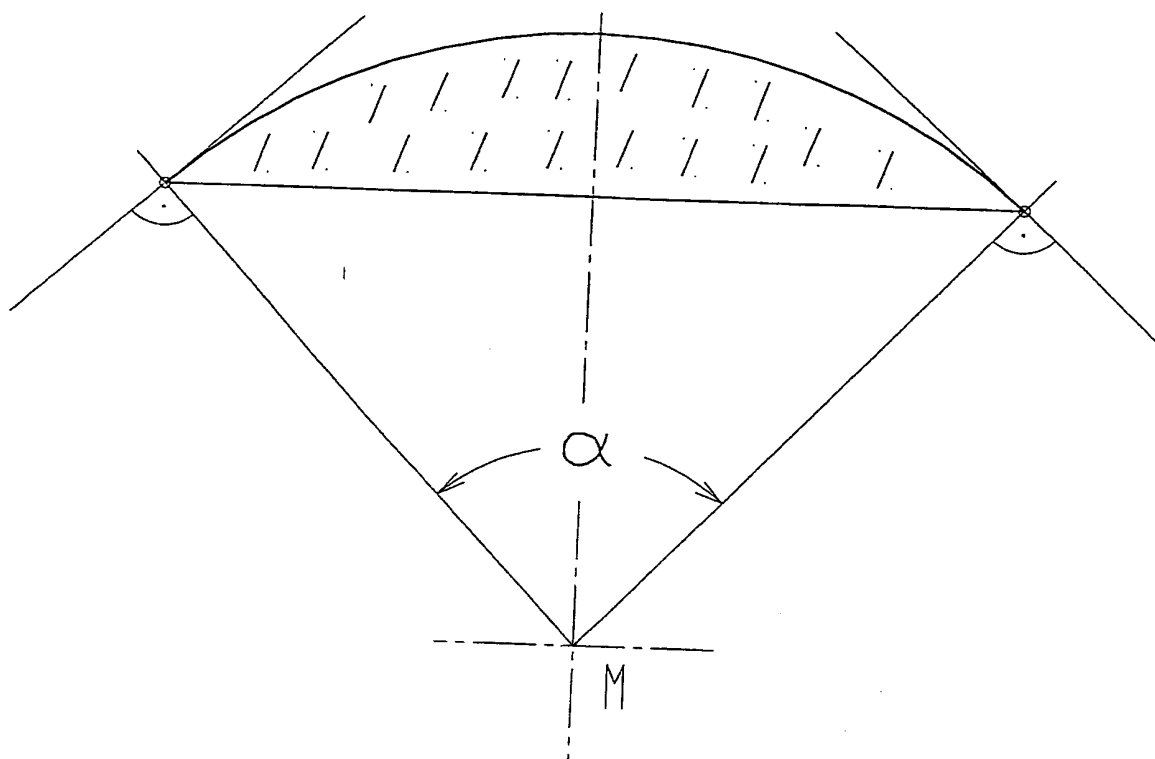


Abb 1

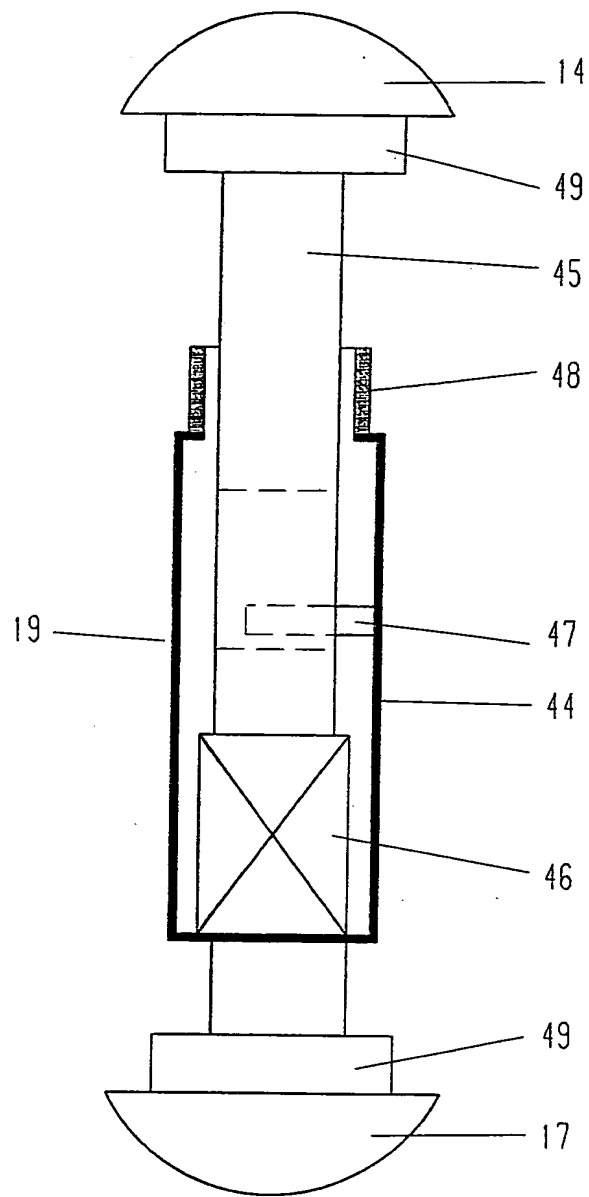


Abb. 2

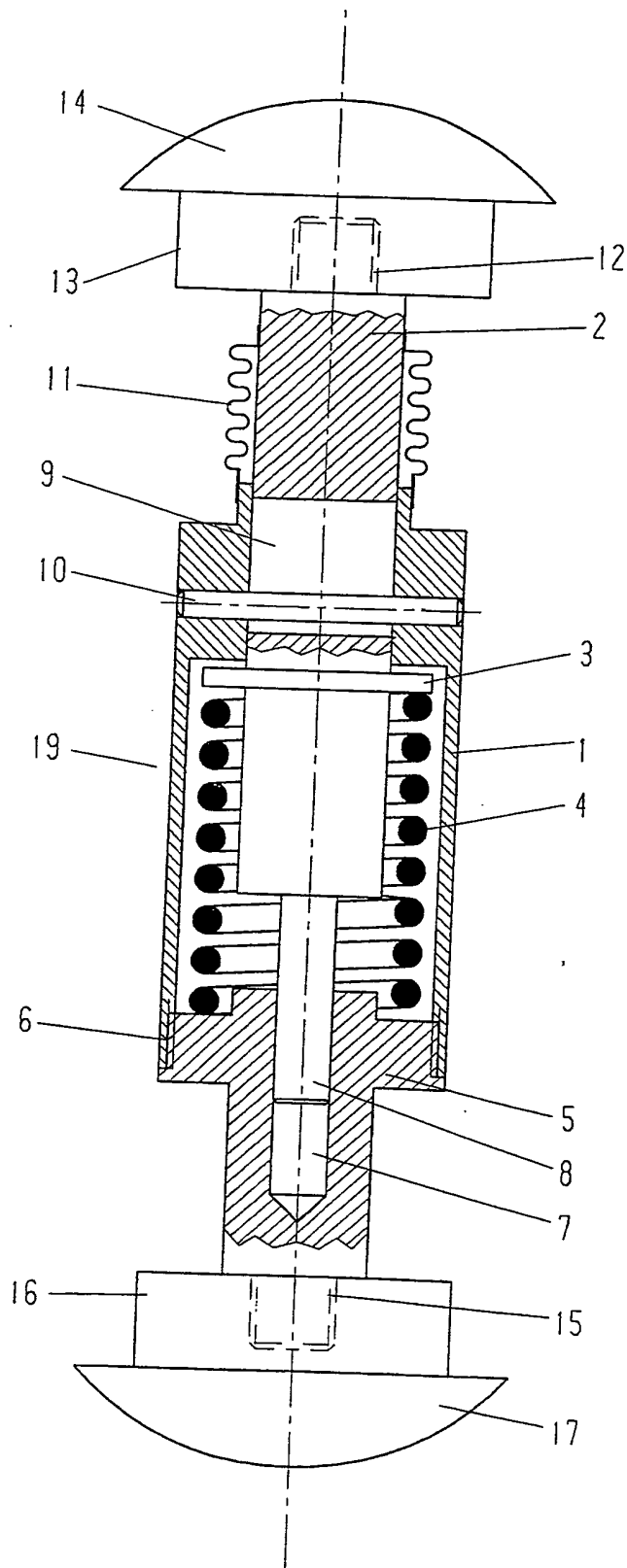


Abb 3

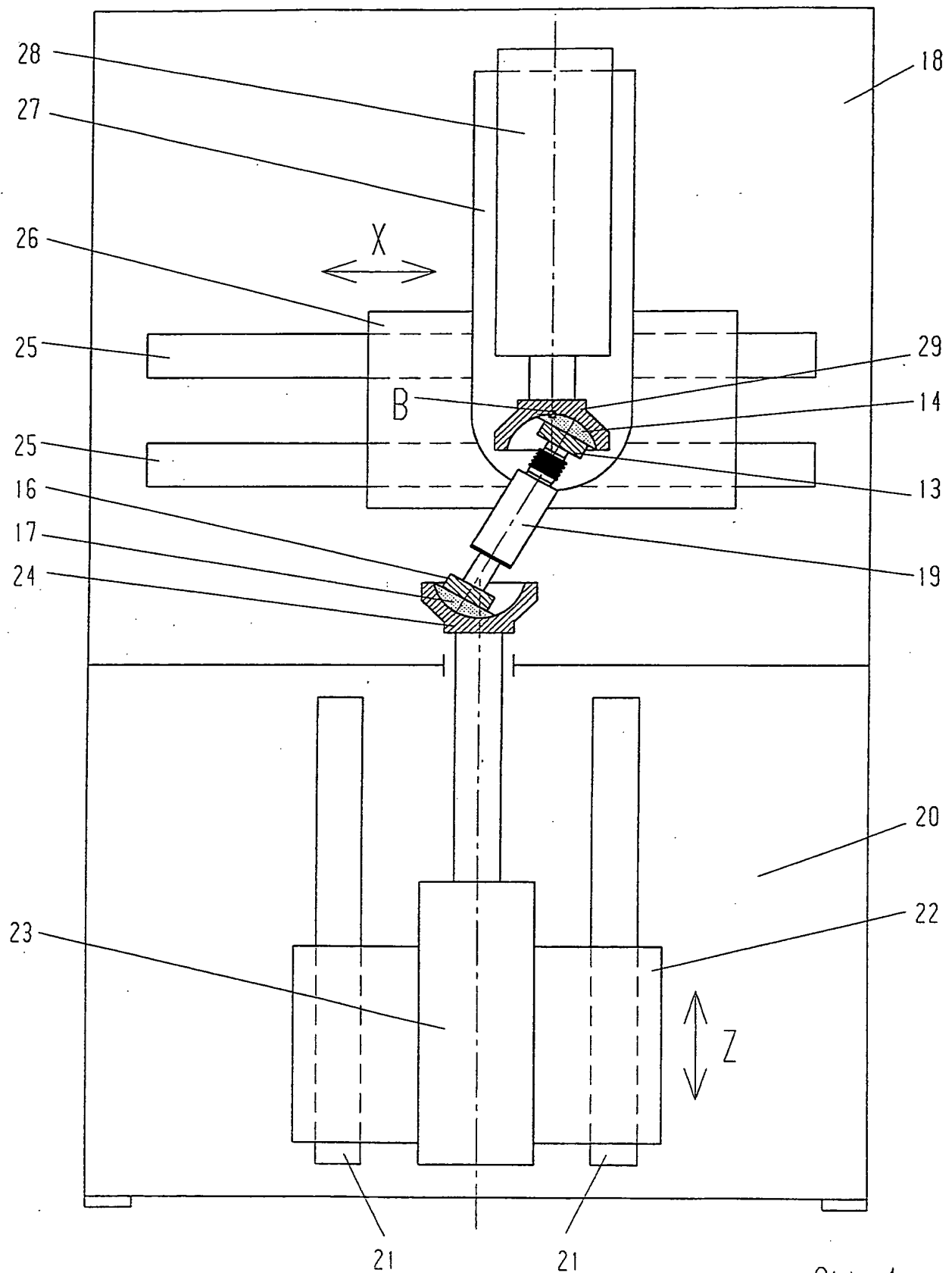


Abb 4

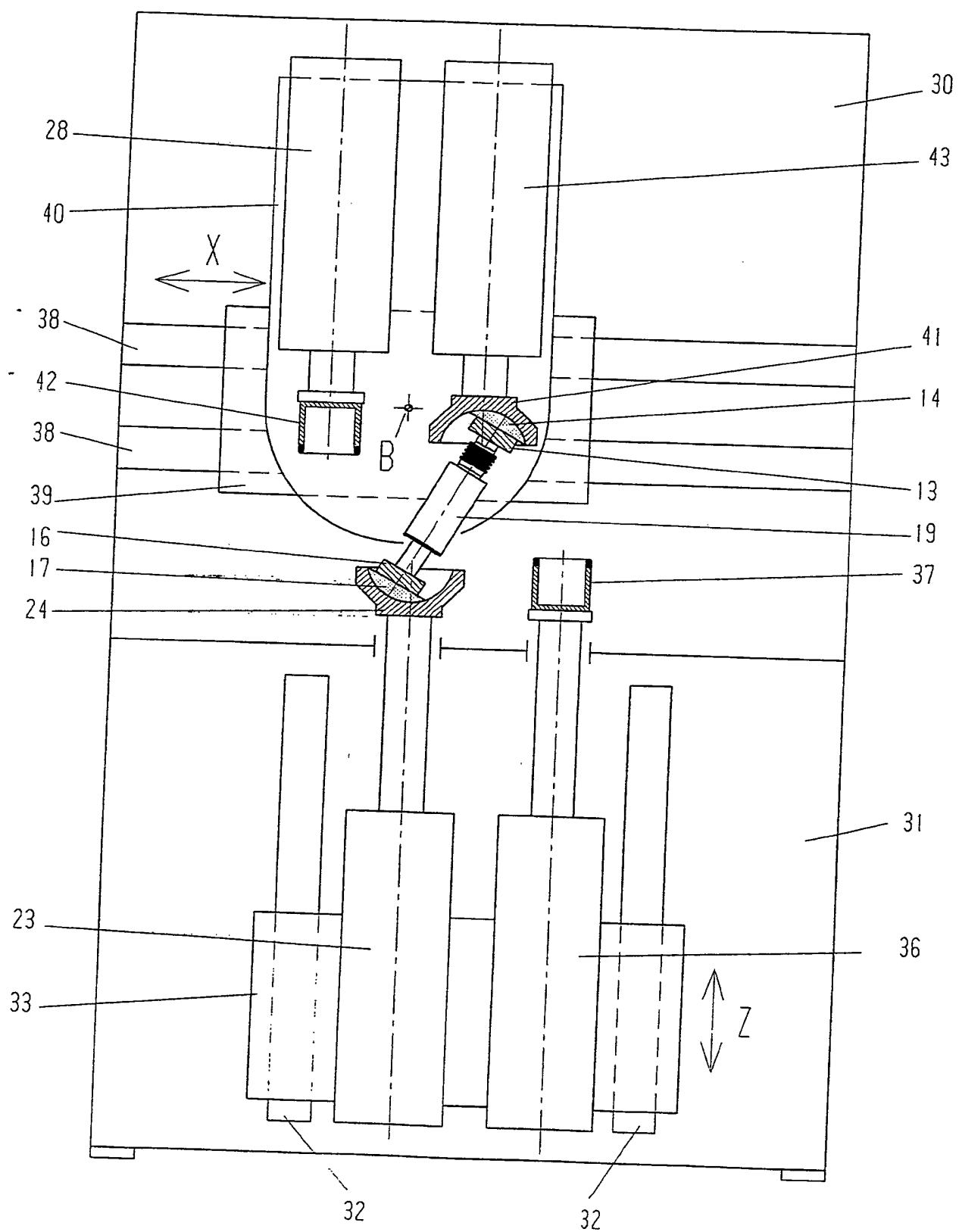


Abb 5

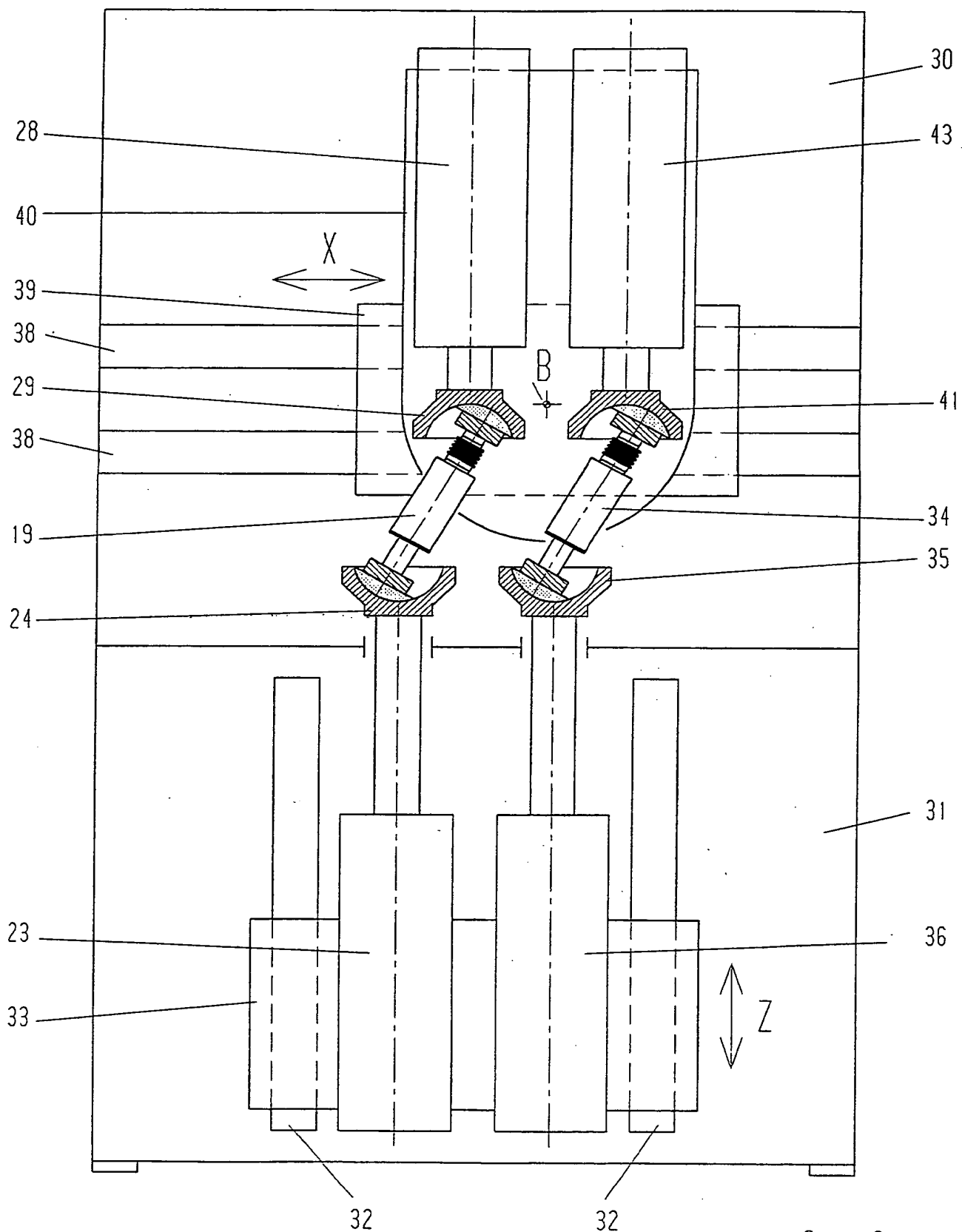


Abb 6

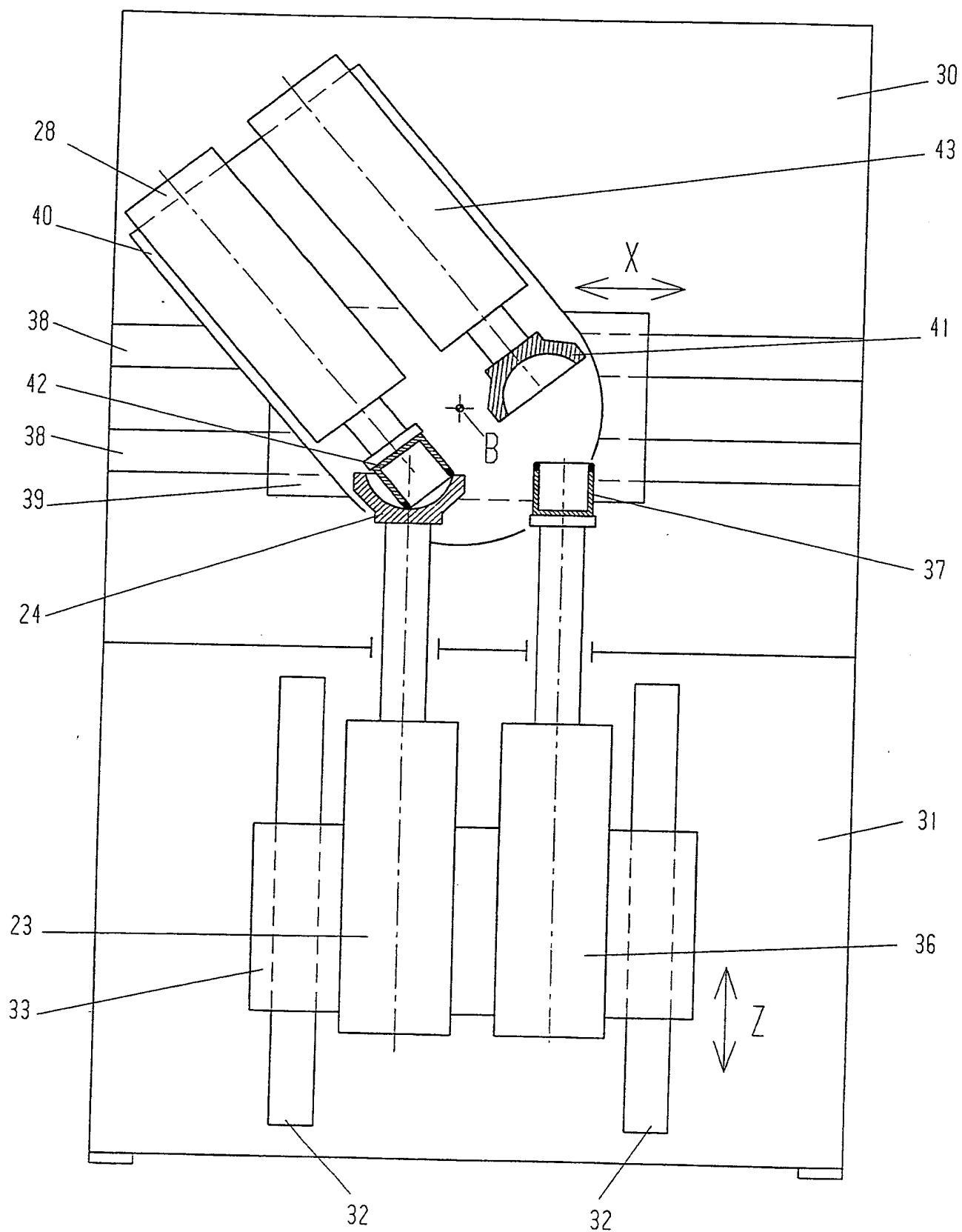


Abb 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)